MATERI LANJUT IPAL

Pemakaian air

Dari data menuju debit desain



Tabel sumber terverifikasi · data meter · analisis sensitivitas · latihan dan pembahasan

Rumah belajar asepsofyan.info
PT Eco Edu Indonesia
Edisi 1 | 14 November 2026

Materi pra-rancangan untuk pembelajaran. Contoh numerik bukan pengganti data lapangan atau pemeriksaan perencana. Ilustrasi dibuat melalui Higgsfield; bukan gambar kerja.

Pemilihan pemakaian air menentukan debit, ukuran unit, dan biaya. Setelah memahami rumus dasar, tugas perencana adalah menjelaskan asal angka, batas sistem yang dihitung, dan ketidakpastiannya. Satu nilai bawaan simulasi tidak mewakili semua permukiman.

1. Tujuan dan batas pembahasan

Setelah membaca, Anda dapat membedakan pemakaian air dari debit limbah, membaca tabel dengan catatan kakinya, menurunkan nilai per kapita dari meter, dan mempertanggungjawabkan pilihan nilai dalam simulasi.

Materi ini membahas air limbah domestik permukiman. Air proses industri, air hujan, dan kegiatan komersial khusus perlu karakterisasi tersendiri. Simulasi merupakan alat pra-rancangan; pilihan akhir memerlukan pemeriksaan perencana sesuai kondisi proyek.

2. Tetapkan batas sistem sebelum memilih angka

Pisahkan tiga besaran: **air yang dipasok**, **air yang dipakai penghuni**, dan **air limbah yang benar-benar masuk jaringan**. Meter pelanggan, meter induk, dan alat ukur di inlet IPAL mengamati batas sistem yang berbeda.

Besaran	Cara memperoleh	Hal yang harus diperiksa
Pemakaian air total, q_total	Selisih meter pelanggan dibagi jiwa-hari	Termasuk penyiraman, cuci kendaraan, kebocoran setelah meter, atau usaha rumahan?
Pemakaian air dalam bangunan, q_indoor	Pemisahan submeter atau neraca pemakaian	Apakah seluruh aliran ini tersambung ke jaringan IPAL?
Debit limbah domestik, Q_dom	Pengukuran debit atau estimasi dari pemakaian air	Bagian air yang tidak masuk sewer harus dikeluarkan satu kali saja.
Debit inlet total, Q_inlet	Pengukuran di inlet dan pemeriksaan jaringan	Dapat memuat infiltrasi, inflow, dan aliran non-domestik.

Tabel ini merupakan penjelasan penulis, bukan tabel standar. Bagian 3.3 manual EPA membahas penggunaan data meter dan pemisahan pemakaian luar bangunan untuk estimasi limbah [R1, hlm. 3-2].

Hindari koreksi ganda. Jika faktor pengembalian sudah diturunkan dari perbandingan limbah terhadap pemakaian total, jangan sekaligus mengurangi seluruh pemakaian luar bangunan lalu memakai faktor yang sama tanpa meninjau ulang definisinya.

3. Tabel sumber asli yang telah diperiksa

Tabel 1. Ringkasan terpilih dari Tabel 3-1 USEPA (2002), halaman tercetak 3-3. Angka liter berikut disalin dari angka dalam kurung pada sumber; ini penyajian ulang terpilih, bukan reproduksi seluruh tabel.

Studi sebagaimana dicantumkan EPA	Rumah	Rata-rata (L/orang/hari)	Rentang studi (L/orang/hari)
Brown & Caldwell (1984)	210	250,6	216,9-276,3
Anderson & Siegrist (1989)	90	268,0	249,4-289,9
Anderson et al. (1993)	25	191,9	98,9-322,5
Mayer et al. (1999)	1.188	262,3	216,1-316,1

Catatan sumber yang menentukan interpretasi: dasar tabel adalah pemantauan pemakaian air dalam bangunan, bukan pengukuran debit limbah langsung. Data historis ini tidak menetapkan kebutuhan air permukiman Indonesia. Rentang studi bukan batas minimum-maksimum desain atau interval kepercayaan.

Buka PDF sumber asli, halaman 3-3 · Telusuri dokumen pada arsip EPA

Cara memakai tabel: gunakan untuk memeriksa konteks dan membandingkan orde besaran. Nilai yang lebih besar daripada contoh 125 L/orang/hari tidak otomatis berarti contoh lokal salah. Bandingkan batas pengukuran, tahun, kondisi pelayanan, penghuni, dan perlengkapan. Telaah desain tetap mengutamakan bukti yang sesuai lokasi.

4. Apa yang sudah dan belum diverifikasi?

Rujukan	Bukti yang diperiksa	Penggunaan pada materi ini
R1 · USEPA (2002), EPA/625/R-00/008	PDF Bab 3 pada situs pemerintah; Tabel 3-1 dan catatan kaki diperiksa pada halaman 3-3	Sumber angka Tabel 1 dan pembahasan batas pengukuran.
R2 · SNI 8153:2025	Identitas dan status Berlaku pada katalog resmi BSN	Pintu akses standar plambing. Isi tabel/klausul lengkap belum diperiksa; tidak ada angka SNI yang dikutip.
R3 · Metcalf & Eddy/AECOM, edisi ke-5	Judul, edisi, dan cakupan buku pada situs penerbit McGraw-Hill	Bacaan pendalaman. Nomor tabel/halaman buku belum diverifikasi; bukan asal angka Tabel 1.
R4 · ISO 24513:2019	Judul, cakupan kosakata layanan air, dan status pada situs ISO; tercatat akan direvisi	Rujukan istilah dan batas layanan. Tidak digunakan untuk menetapkan angka L/orang/hari.

Status diperiksa 14 November 2026. Katalog dapat berubah; periksa kembali edisi dan status saat menyusun desain. Standar plambing bangunan, data konsumsi, dan kriteria desain IPAL memiliki fungsi berbeda. Keberadaan suatu standar tidak dengan sendirinya membuktikan bahwa nilai tertentu diwajibkan untuk seluruh proyek.

5. Menurunkan nilai dari data meter

Untuk periode pengamatan dengan penghuni yang relatif tetap:

q_total = (M_akhir - M_awal) × 1.000 / (N × T)

M adalah bacaan meter dalam m^3, N jumlah penghuni nyata, dan T lama pengamatan dalam hari. Jika penghuni berubah, gunakan jumlah **jiwa-hari**: penjumlahan penghuni pada setiap hari pengamatan. Gabungkan volume dan jiwa-hari seluruh rumah sebelum menghitung rata-rata gabungan; rata-rata sederhana antar-rumah dapat memberikan bobot yang keliru.

Contoh data sintetis, bukan hasil survei: 50 rumah dihuni total 200 orang selama 30 hari. Meter gabungan bertambah 750 m^3. Maka q_total = 750 × 1.000 / (200 × 30) = **125 L/orang/hari**.

Misalkan pemeriksaan neraca menunjukkan 150 m^3 tidak menuju jaringan IPAL. Air limbah domestik diperkirakan (750 - 150) / 30 = **20 m^3/hari**, atau 100 L/orang/hari. Faktor pengembalian terhadap pemakaian total adalah 600 / 750 = **0,80**. Nilai 125 dan 0,80 di sini berasal dari contoh neraca yang saling konsisten.

Angka periode, sampel, dan kehilangan di atas dipilih untuk pembelajaran. Untuk proyek, catat tanggal meter, jumlah penghuni, sumber air tambahan, meter rusak, kebocoran, variasi hari kerja/libur dan musim, serta sambungan yang belum aktif. Rekaman PDAM saja dapat melewatkan air sumur yang juga dibuang ke jaringan.

6. Dari pemakaian air menuju debit IPAL

Model domestik sederhana yang dipakai Studio IPAL:

N = SR × jiwa/SR
Q_dom = N × q_total × f_pengembalian / 1.000

Q_dom bersatuan m^3/hari. Untuk jaringan yang juga menerima aliran lain, neraca konseptual menjadi Q_inlet = Q_dom + Q_non-domestik + Q_infiltrasi/inflow. Penjumlahan ini harus didasarkan pada data dengan basis waktu yang sama; rumus domestik pada simulasi tidak otomatis mengestimasi semua komponen tambahan tersebut.

Kasus Griya Asri (asumsi latihan): 300 SR × 5 jiwa/SR = 1.500 jiwa. Dengan q_total 125 L/orang/hari dan faktor pengembalian 0,80, Q_dom = **150 m^3/hari = 6,25 m^3/jam = 1,74 L/detik**. Bila faktor puncak diasumsikan 2,5, debit puncak ekuivalen = **15,625 m^3/jam = 4,34 L/detik**. Faktor puncak ini merupakan asumsi kasus, bukan hasil Tabel 1.

Pemakaian air dan beban pencemar tidak selalu naik bersama. Jika konsentrasi BOD dianggap tetap 400 mg/L, debit 150 m^3/hari menghasilkan 60 kg BOD/hari. Namun, jika beban BOD sebenarnya tetap 60 kg/hari saat debit berubah menjadi 180 m^3/hari, konsentrasinya menjadi 333,3 mg/L. Menahan konsentrasi tetap dan menahan massa tetap adalah dua asumsi analisis yang berbeda.

Buka parameter Pemakaian air pada simulasi. Tautan ini memfokuskan parameter; nilai proyek Anda tidak diubah oleh tautan materi.

7. Uji sensitivitas, bukan mencari angka agar lulus

Tabel 2. Perhitungan penulis dengan N = 1.500 jiwa dan faktor pengembalian = 0,80. Ketiga nilai q merupakan skenario latihan, bukan rentang resmi SNI atau ISO.

Skenario latihan	q (L/orang/hari)	Q_dom (m^3/hari)	Perubahan terhadap 125
Pemakaian lebih rendah	100	120	-20%
Kasus dasar	125	150	0%
Pemakaian lebih tinggi	150	180	+20%

Pada N dan faktor pengembalian yang tetap, Q berbanding lurus dengan q. Untuk volume bak 30 m^3 yang sama, waktu tinggal teoritis V/Q berturut-turut **6,0; 4,8; dan 4,0 jam**. Ini ilustrasi sensitivitas, bukan rekomendasi volume atau waktu tinggal untuk proses tertentu.

Keputusan desain perlu mempertimbangkan cakupan sambungan, pertumbuhan pelayanan, aliran puncak dan variasi musiman. Jika pemeriksaan hidrolis menunjukkan kelebihan beban, periksa datanya lalu evaluasi luas, volume, atau pembagian modul. Mengurangi q hanya untuk memperoleh status lulus menghilangkan makna pemeriksaan.

8. Latihan dengan pembahasan

Soal AIR-01 · Data meter

Sebanyak 80 rumah dihuni 320 orang selama 30 hari. Kenaikan meter gabungan 1.440 m^3. Neraca menunjukkan 20% pemakaian tidak menuju jaringan. Hitung q_total, faktor pengembalian, dan Q_dom. Jelaskan satu data lapangan yang masih diperlukan.

Buka pembahasan AIR-01

q_total = 1.440 × 1.000 / (320 × 30) = **150 L/orang/hari**. Faktor pengembalian = 0,80. Q_dom = 320 × 150 × 0,80 / 1.000 = **38,4 m^3/hari**. Contoh data tambahan: pemakaian sumur, variasi penghuni, atau pemakaian luar bangunan yang dipisahkan melalui pengukuran. Jangan mengurangi lagi 20% lalu menerapkan kembali 0,80.

Soal AIR-02 · Membaca sumber secara kritis

Seorang mahasiswa memilih 262,3 L/orang/hari dari baris Mayer et al. pada Tabel 1 untuk menggantikan 125 pada Griya Asri, tanpa survei lokal. Apakah pemilihan itu telah cukup dibuktikan? Jika dipakai sementara sebagai uji sensitivitas dengan faktor 0,80, berapa Q_dom? Bukti apa yang Anda minta sebelum menerima nilai desainnya?

Buka pembahasan AIR-02

Belum cukup. Angka berasal dari konteks pemakaian dalam bangunan yang berbeda dan bukan ketentuan Indonesia. Sebagai skenario: 1.500 × 262,3 × 0,80 / 1.000 = **314,76 m^3/hari**. Hasil aritmetika tidak membuktikan kesesuaian asumsi. Minta definisi batas sistem dan faktor pengembalian, data meter/limbah lokal, okupansi, cakupan sambungan, serta variasi waktu. Penggunaan q_indoor dengan faktor yang diturunkan terhadap q_total juga perlu diperiksa ulang.

Latihan ini untuk diskusi dan pembacaan mandiri; tidak memberikan nilai ujian. Review pada setiap soal mencatat ID soal agar sumbernya dapat dibuka kembali tepat pada soal tersebut.

9. Catatan keputusan desain yang dapat diperiksa

Simpan satu catatan ringkas setiap kali memilih nilai: **nilai dan satuan; definisi batas sistem; sumber dan lokasi tabel/halaman; tanggal/periode; kondisi populasi; cara penyesuaian; ketidakpastian; serta dampak terhadap hasil**.

Contoh: "q_total = 125 L/orang/hari dan faktor pengembalian 0,80 dipakai sebagai asumsi pembelajaran Griya Asri. Belum tersedia data lapangan. Uji sensitivitas q = 100 dan 150 menghasilkan Q_dom = 120 dan 180 m^3/hari. Penetapan desain akhir menunggu verifikasi data konsumsi dan debit jaringan." Pernyataan seperti ini lebih dapat diperiksa daripada hanya menulis "sesuai literatur".

10. Referensi dan akses asli

R1. U.S. Environmental Protection Agency. (2002). Onsite Wastewater Treatment Systems Manual. EPA/625/R-00/008. Bab 3, Bagian 3.3, hlm. 3-2 sampai 3-3; Tabel 3-1. Arsip penerbit EPA · PDF Bab 3 pada situs pemerintah Indiana. Angka studi dikutip melalui ringkasan EPA; laporan asli masing-masing studi belum diperiksa terpisah.

R2. Badan Standardisasi Nasional. (2025). SNI 8153:2025, Sistem plambing pada bangunan gedung. Katalog resmi BSN. Identitas/status katalog terverifikasi; akses teks lengkap mengikuti layanan BSN. Materi ini tidak mereproduksi tabel standar tersebut.

R3. Metcalf & Eddy/AECOM. (2014). Wastewater Engineering: Treatment and Resource Recovery. Edisi ke-5. McGraw-Hill Education. Halaman penerbit. Bacaan pendalaman; tabel dan halaman spesifik belum digunakan sebagai bukti numerik.

R4. International Organization for Standardization. (2019). ISO 24513:2019, Service activities relating to drinking water supply, wastewater and stormwater systems - Vocabulary. Halaman resmi ISO. Cakupan kosakata terverifikasi; status Published dan akan direvisi saat pemeriksaan. Tidak digunakan sebagai tabel kebutuhan air.

Disusun untuk rumah belajar asepsofyan.info / PT Eco Edu Indonesia. Edisi 1, 14 November 2026. Tabel 1 disajikan ulang secara terpilih dengan atribusi; tabel lain, contoh, dan pembahasan disusun untuk pembelajaran. PDF unduhan memuat materi dan referensi yang sama; tautan sumber tetap dapat dibuka saat tersambung internet.